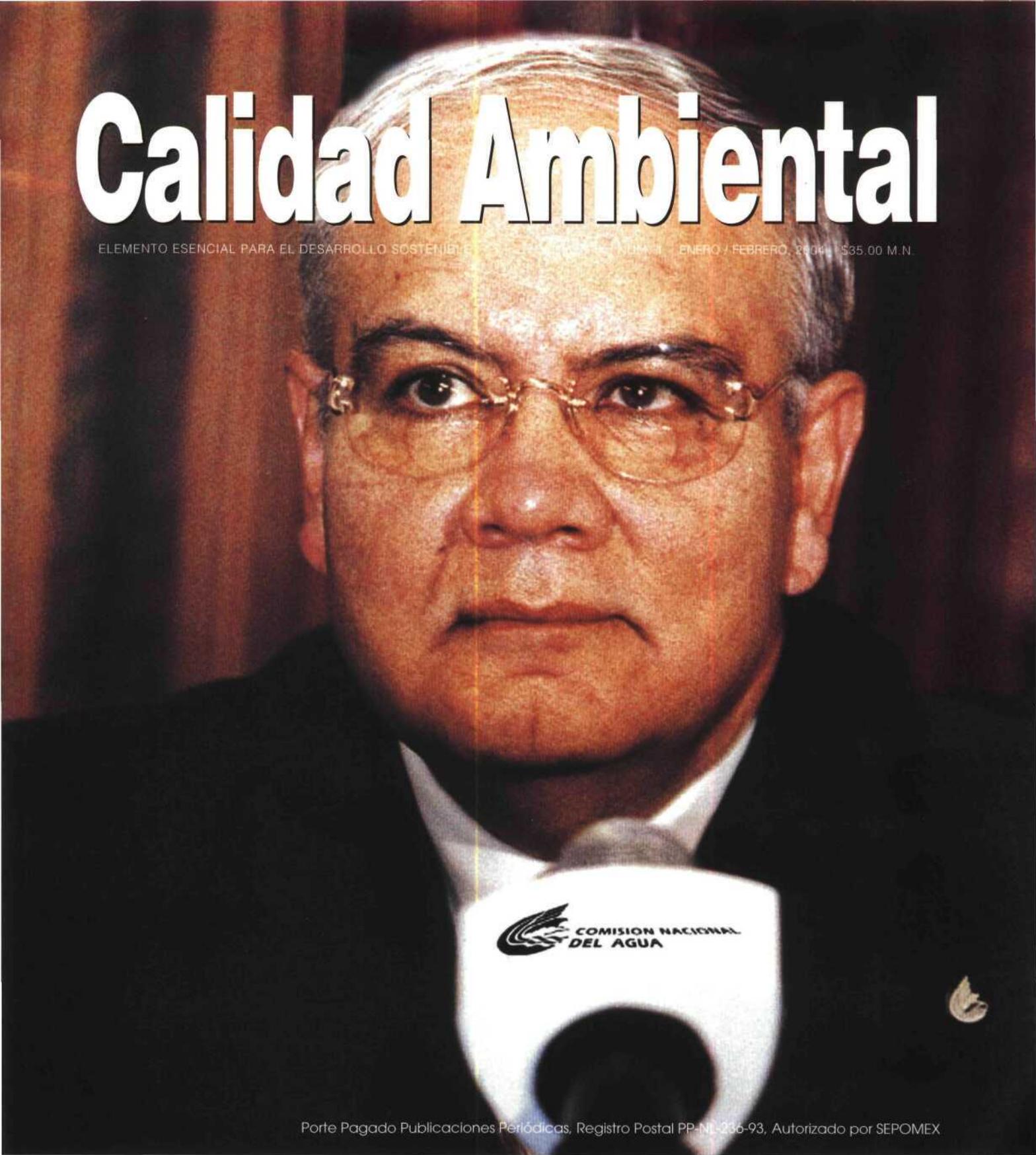


# Calidad Ambiental

ELEMENTO ESENCIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. REVISTA DE CALIDAD AMBIENTAL, NÚM. 31. ENERO / FEBRERO, 2004. \$35.00 M.N.

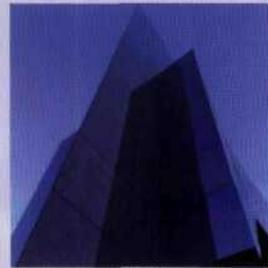
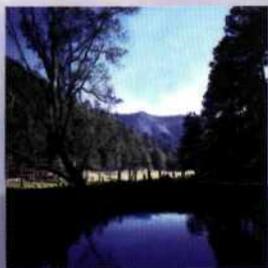


Porte Pagado Publicaciones Periódicas, Registro Postal PP-NL-236-93, Autorizado por SEPOMEX

**Hacia el Cuarto Foro Mundial  
del Agua en México**  
Lic. Cristóbal J. Jáquez, Director General, CNA.



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY.**



Reutilizando los recursos naturales  
y reciclando nuestro productos,  
ayudamos a preservar el mundo  
para las futuras generaciones.



**Vitro**

REUTILIZAR • REDUCIR • RECICLAR • REFORZAR

Vitro, S.A. de C.V. (NYSE: VTO; BMV: VITROA), a través de sus subsidiarias, es uno de los principales fabricantes de productos de vidrio en el mundo. Vitro es un protagonista importante en tres negocios: vidrio plano, envases de vidrio y cristalería. Las empresas de Vitro atienden múltiples mercados, con diversos productos incluyendo vidrio arquitectónico y automotriz, fibra de vidrio, envases para alimentos y bebidas, vinos, licores, cosméticos, y productos farmacéuticos; artículos de vidrio para el segmento industrial y el del consumidor final; envases de plástico y latas de aluminio. Las empresas de Vitro también producen ciertas materias primas y fabrican maquinaria y equipo para uso industrial. Fundado en 1909 en Monterrey, México, Vitro, cuenta con coinversiones con socios de clase mundial y empresas líderes. A través de estas asociaciones las subsidiarias de Vitro tienen acceso a mercados internacionales, canales de distribución y tecnología de punta. Las subsidiarias de Vitro tienen instalaciones y centros de distribución en siete países, localizados en Norte, Centro y Sudamérica, y Europa, y exportan a más de 70 países. Visite nuestro sitio de internet en <http://www.vitro.com>



# Editorial

## El manejo integral del agua

De la Declaración del Milenio adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas (2000) y reafirmada durante la Reunión Mundial de Johannesburgo (2003), nacen las metas de los próximos 10 años en el sector agua, disminuir a la mitad el número de personas en el mundo sin acceso a agua potable y al saneamiento para el año 2015. Esto no será posible sin la adopción de la tercera medida que consiste de mejorar las prácticas de manejo del agua en todos los niveles.

La necesidad de un manejo integrado es evidente ya que el recurso agua es compartido por todos los sectores que soportan la vida y la economía de una región y de un país. De los principales problemas que enfrenta la sociedad global respecto de una alimentación segura, salud, integridad del ambiente, desarrollo urbano e industrial, todos tienen el mismo ingrediente: el agua.

Un manejo integral del agua implica colaboración y tolerancia entre los diferentes sectores para lograr el bien común. Lo mismo resulta cierto para regiones en un país o entre países, con solo aumentar la escala. Regiones hidrológicas compartidas entre países han llevado a numerosos tratados internacionales, algunos muy complicados; faltando aun por considerar las fuentes subterráneas.

Los avances en tecnología y manejo del agua, mejores sistemas de información, conformarán parte de la solución a los retos que impone el aumento poblacional y al aumento en el consumo de agua asociado; sin embargo, el ingrediente determinante será el grado de conciencia que tengamos acerca de la problemática y el buen uso que hagamos del agua. Tenemos que recordar que la vida se inicia en el agua y por lo tanto la presencia o ausencia del agua condiciona la existencia de todos los seres vivos. El valor que le demos al agua deberá representar todos los aspectos, desde los beneficios reportados por el uso directo, los beneficios ambientales hasta los valores sociales. El agua cristalina además de ser un sinónimo de buena calidad de vida, representa otros símbolos que deben producir en nosotros una fascinación, aunada a la necesidad que tenemos de ella.



Dr. Jorge García Orozco  
Profesor / Investigador  
Centro de Calidad Ambiental  
Tecnológico de Monterrey Campus Monterrey



# Contenido

ENERO / FEBRERO 2004 VOLUMEN IX NÚM. 1

## Portada

Fotografía de Lic. Cristóbal Jaime Jáquez

## 3 Resumen de Artículos

## 4 Resumen Noticioso

## 6 Líder de Opinión

Hacia el Cuarto Foro Mundial del Agua en México

Lic. Cristóbal Jaime Jáquez

Director General de la Comisión Nacional del Agua

## 9 Recursos Naturales

Los Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Integridad de los Ecosistemas Acuáticos  
Biól. Raúl Antonio Garza Cuevas

## 12 Agenda Ambiental 2004

## 14 Calidad del Agua

El Valor Energético del Agua

Dr. Belzahet Treviño Arjona y Dr. Enrique Cazares Rivera

## 18 Reportaje

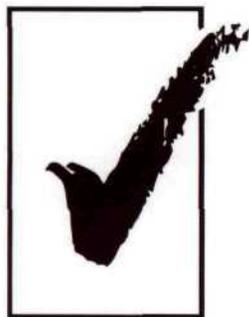
Análisis de la Situación del Agua en México

Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT.

## 24 Legislación Ambiental Mexicana

Diciembre 2003 / Enero 2004

Disposiciones Publicadas en el Diario Oficial de la Federación



PREMIO NACIONAL  
DE CALIDAD  
2 • 0 • 0 • 3



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,  
Campus Monterrey

Ganador del Premio Nacional  
de Calidad 2003  
Categoría Educación

## DIRECTORIO

### CONSEJO ADMINISTRATIVO

Dr. Miguel Ángel Romero Ogawa,  
Director del Centro de Calidad Ambiental  
del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey.

### CONSEJO EDITORIAL

#### Coordinador Editorial

Miguel Ángel López Ramírez  
e-mail: mialopez@itesm.mx

#### Coordinador Administrativo

Ing. Gabriel García y Pérez  
e-mail: gabrielgarcia@itesm.mx

#### Editor Técnico

Dr. Jerónimo Martínez Martínez

#### Editores Asociados

Administración Ambiental y Desarrollo Sostenible

Ing. Eduardo Guerra González

Cambio Climático

Dr. Jerónimo Martínez Martínez

Calidad del Agua

Dr. Jorge García Orozco, Dr. Enrique Cazares Rivera

Calidad del Aire

Dr. Gerardo Mejía Velázquez

Contaminación del Subsuelo

Dr. Martín Bremer Bremer

Desarrollo Sostenible

Dra. Rosamaría López Franco, Dr. Mohammad H. Badi

Educación Ambiental

M. en C. Deyanira Martínez

Manejo Ecoeficiente de Residuos Industriales

Dr. Belzahet Treviño Arjona, Dr. Enrique Ortíz Nadal,

Dr. Francisco J. Lozano García

Legislación Ambiental

Dr. Rogelio Martínez Vera

Química y Toxicología Ambiental

Dr. Gerardo Morales

Recursos Naturales

Dr. Fabián Lozano García, Dr. Ernesto Enkerlin Hoeflich

Residuos Peligrosos

Dr. Porfirio Caballero Mata

#### Publicidad y Suscripciones

Miguel Ángel López Ramírez

e-mail: calidadambiental.mty@itesm.mx

Tels. 8328-4148, 8358-2000 ext. 5218 y 5283.

#### Visite nuestra página en Internet

<http://uninet.mty.itesm.mx/revista/>

#### Comentarios y Sugerencias

calidadambiental.mty@itesm.mx

#### Diseño y Fotografía

Lic. Gabriel López Garza

e-mail: disenso@prodigy.net.mx

DISEÑO

PUBLICIDAD

#### Impresión

Editora El Sol, S.A. de C.V.

Washington 629 Ote., C.P. 64000,

Monterrey, N.L., México.



ISSN : 1405-1443

CALIDAD AMBIENTAL VOL VIII No. 6 • Periodo: Enero-Febrero 2004  
• Fecha de Impresión: Febrero 2004 • Periodicidad: Bimestral •  
Certificado de Título No. 9960, Certificado de Licitud de Contenido  
No. 6950 • Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No.  
04-1998-1112131400900-102 otorgado por Derechos de Autor.

Distribuidores: ITESM y SEPOMEX • Domicilio ITESM: (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey) Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Sucursal de Correos "J", C.P. 64849, Centro de Calidad Ambiental, Coordinación de Difusión Ambiental, Edificio CEDES, 4o. Piso, Monterrey, N.L., México., Tel. 8328-4148, Conmutador 8358-2000 exts. 5218, Fax. 8359-6280 • Representante y Editor Responsable: Dr. Miguel Ángel Romero Ogawa • Domicilio SEPOMEX: Netzahuacóyotl No. 109 Col. Centro, México, D.F., C.P. 06080. Porte Pagado Publicaciones Periódicas, Registro Postal PP-NL-236-93 Autorizado por SEPOMEX.

Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores y no necesariamente reflejan la opinión de la revista o del ITESM.



## Día Mundial del Agua

La Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó el 22 de diciembre de 1993 la resolución A/RES/47/193 por la que el 22 de marzo de cada año fue declarado Día Mundial del Agua, a celebrarse a partir de 1993, en conformidad con las recomendaciones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo contenidas en el Capítulo 18 (Recursos de Agua Dulce) de la Agenda 21.

Se invitó a los diferentes Estados, en el marco del contexto nacional, a la celebración de actividades concretas como: el fomento de la conciencia pública a través de la difusión de documentales, la organización de conferencias, mesas redondas, seminarios y exposiciones relacionadas con la conservación y desarrollo de los recursos hídricos así como con la puesta en práctica de las recomendaciones de la Agenda 21.

Y tú, ¿Qué estás haciendo para no contaminar ni desperdiciar el agua?

**Miguel A. López Ramírez**  
Coordinador Editorial  
Revista Calidad Ambiental

# Resumen de Artículos

## LÍDER DE OPINIÓN

### Hacia el Cuarto Foro Mundial del Agua en México

Lic. Cristóbal Jaime Jáquez, Director General de la Comisión Nacional del Agua México será la sede del Cuarto Foro Mundial del Agua en el mes de marzo del 2006. La sede se otorgó a nuestro país, como resultado de una reñida votación basada en las propuestas de los tres candidatos: Turquía, Egipto y México. La propuesta de México se vio favorecida porque tiene un enfoque participativo que privilegia a los actores locales y porque plantea un proceso de preparación regional que permitirá construir acuerdos y establecer compromisos para resolver los múltiples problemas relacionados con el agua que aquejan a la población en el mundo.

## RECURSOS NATURALES

### Los Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Integridad de los Ecosistemas Acuáticos

Biól. Raúl Antonio Garza Cuevas

La integridad de un ecosistema se refiere, en términos generales a su condición natural o "normal". Sin embargo, dichas condiciones sufren cambios naturales, propios de la evolución de los ecosistemas pero, mientras los cambios naturales permanezcan dentro de determinados límites, los ecosistemas seguirán manteniendo su funcionalidad y su estructura. No obstante, los cambios son también originados por causas "no naturales" es decir, por causas antropogénicas, las cuales provocan los llamados problemas ambientales. Tradicionalmente, se ha dividido el medio ambiente para el estudio e interpretación de la contaminación en los componentes aire, agua y suelo; sin embargo esta división es meramente teórica ya que la mayoría de los contaminantes interactúan con más de uno de los medios físicos ambientales.

## CALIDAD DEL AGUA

### El Valor Energético del Agua

Dr. Belzahet Treviño Arjona y Dr. Enrique Cazares Rivera

La problemática del agua no es necesariamente una problemática basada en la falta del vital líquido, sino en la falta de agua con la calidad adecuada, en el lugar adecuado y en el tiempo requerido. Estas tres características, todas sin excepción alguna, están íntimamente ligadas al valor energético del agua. Actividades como favorecer la infiltración de aguas pluviales en acuíferos y el uso del agua para transportar nuestros residuos urbanos (aguas sanitarias) deben ser muy bien analizados ya que en ambos casos el poder energético del agua se reduce fuertemente. Por el contrario, la conservación del agua libre de contaminantes en altitudes por arriba del nivel del mar representan manejos que conservan el alto valor energético del agua.

## REPORTAJE

### Análisis de la Situación del Agua en México

Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT.

El análisis de la situación del agua en México puede abordarse a diferentes escalas. Una evaluación global del país puede ser útil para la comparación con otros países o para medir el desempeño y compromisos adquiridos por México (por ejemplo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), de la cual México es miembro desde 1994). Sin embargo, un análisis a esta escala resulta de utilidad limitada para identificar los problemas locales y, por consiguiente, diseñar los programas pertinentes al interior del país. La alta heterogeneidad tanto ambiental como social que presenta el país, requiere un análisis a nivel regional o estatal que permita una evaluación más acorde con posibles estrategias de uso y manejo del agua.



# Resumen Noticioso



## PELIGRAN BOSQUES HÚMEDOS, FUENTE DE AGUAPARA MILLONES: ONU

El calentamiento global amenaza las selvas tropicales que atraen humedad de las nubes hacia la tierra para proveer de agua a millones de seres humanos en África y América Latina, dijeron científicos de las Naciones Unidas en un estudio.

Los bosques húmedos en las zonas ecuatorial y subecuatorial de América Latina, África y Asia suman el 2.5 por ciento (400.000 kilómetros cuadrados) de los bosques tropicales de todo el mundo, pero los beneficios de esos importantes bosques se sienten más allá de esos límites geográficos.

El abastecimiento de agua limpia y segura de estos bosques en el Parque Nacional La Tigra de Honduras, satisface la demanda del 40 por ciento del vital líquido de la capital Tegucigalpa, dijo el informe "Agenda de los bosques húmedos."

Las capitales de Ecuador, México y Tanzania son otras de las ciudades que consumen agua de bosques húmedos.

Sin embargo, estos bosques pueden desaparecer por una serie de factores adversos, dijeron

los científicos al comentar en su informe el calentamiento global creado por los gases de efecto de invernadero.

Otros riesgos son la extendida práctica de talar los bosques para crear granjas, los incendios forestales, la construcción de carreteras y la introducción de especies de otras regiones del mundo.

Los efectos combinados de estos riesgos pueden significar la pérdida de muchas especies de mamíferos, aves y anfibios, dijo el informe, difundido el día en que más de 2.000 delegados iniciaron un encuentro auspiciado por la ONU llamado séptima conferencia del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).

Al inaugurar la reunión, Klaus Toepfer, jefe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), dijo que los esfuerzos para frenar la desaparición de especies debe ir de la mano con el combate a la pobreza.

Fuente: Agencia Reuters ■



## NECESARIO ESTABLECER REGLAS PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN CIUDADES

Es importante cuidar el

agua para el desarrollo del ser humano y establecer reglas para la protección ambiental en los planes de urbanismo de las ciudades, coincidieron el senador Osear Cantón Zetina y la subsecretaría de Salud y Medio Ambiente de Francia, Jacqueline Monrad.

En una reunión, celebrada en la Torre Caballito, Monrad del Viller habló de la importancia de cuidar el vital líquido, que en Francia fue proclamado patrimonio común, por lo que las políticas públicas para la protección del medio ambiente y los recursos naturales deben tener una visión de largo plazo.

"La protección ambiental es una competencia del Estado", subrayó la también rectora honorífica de la Sorbona de París, al comentar que en Europa se han puesto en marcha proyectos para combatir la contaminación del aire causada por la circulación automotriz.

"En París hay un desarrollo considerable de las vías públicas que son cortadas en dos: la mitad para los transportes colectivos, autobuses y bicicletas y la otra para automóviles particulares. A fin de evitar el uso de vehículo particular.

El ciudadano que vive en el centro de París nunca toma su automóvil porque hay autobuses, hay metro y el tráfico es mucho más fácil desde hace unos años, dijo.

Por su parte, la presidenta de la Comisión

del Medio Ambiente del Senado, Verónica Velasco Rodríguez, señaló que el tema del agua debe ser tratado como mayor seriedad, porque existe el compromiso con las futuras generaciones.

"Por esencia, agregó, el vital líquido se necesita para la preservación de la vida humana y así debemos tratarlo".

El tema del agua y la energía, dijo, son los dos grandes temas vitales para la convivencia no sólo presente de la humanidad, sino del futuro, de ahí que se deba dar un uso correcto de ellos", concluyó a su vez el senador y presidente del Instituto de Investigaciones Legislativas de la Cámara Alta, Osear Cantón Zetina. Fuente:

Agencia Notimex ■



## PROMOVERÁ PROFEPA ENTREGA DE INCENTIVOS PARA DISMINUIR "AGENDA GRIS"

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) promoverá la entrega de incentivos que alienten la participación de las pequeña y mediana empresas en el Programa Ambiental de Calificación de Industria Limpia, a



fin de disminuir la "agenda gris".

Durante la entrega del Certificado de Industria Limpia a la empresa Colgate Palmolive, el secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Alberto Cárdenas Jiménez, hizo un llamado a empresarios e industriales a sumarse al citado programa.

En compañía del titular de la Profepa, José Luis Luege Tamargo, Cárdenas Jiménez refirió que en los últimos 12 años han certificado más de dos mil 700 empresas, de las que 500 promueven medidas que permiten disminuir la denominada "agenda gris", que incluye acciones de control contra la contaminación urbana, regional y global.

Luego de destacar el trabajo de las empresas que mantienen su certificación en favor del ambiente, el funcionario federal lamentó que persista la cultura del deterioro, a pesar de los avances tecnológicos y de que hay una sociedad madura.

México arrastra pasivos ambientales que no dejan avanzar en la medida que desea el actual gobierno y ante los rezagos con que iniciamos el siglo XXI es indispensable "convencer para lograr la corresponsabilidad que ésta tarea exige", acotó.

Por su parte, el vicepresidente de Manufactura de Colgate Palmolive, Julián Gutiérrez, reiteró su compromiso

para contribuir a los objetivos de seguridad y salud según las políticas ambientales del país.

Fuente:  
Agencia Notimex ■



### **DETERIORADA SITUACIÓN AMBIENTAL EN AMÉRICA LATINA**

El medio ambiente se deteriora en América Latina debido a la creciente degradación de sus componentes, entre los que figuran tierras agotadas, daños a la biodiversidad, bosques en extinción y agua contaminada, según reveló un informe de Naciones Unidas.

Al tiempo que los indicadores ecológicos continúan empeorando, las naciones de la región no hacen lo suficiente y deberían "seguir un modelo diferente al utilizado por los países desarrollados" que "reduzca el consumo y el desperdicio", afirma el documento.

Bajo el título de "Geo, América Latina y el Caribe, perspectivas del medio ambiente 2003", el informe hizo un exhaustivo análisis en el cual combina los datos socioeconómicos con los ecológicos.

América Latina tiene, según el informe, 576

millones de hectáreas arables. Sin embargo, la desertificación — notable en Argentina, Brasil, Chile, Cuba, México y Perú — y la contaminación agroquímica han afectado 313 millones de hectáreas con 2.000 millones de dólares en pérdidas anuales.

Paralelamente se destruyeron en la década de 1990 unas 47 millones de hectáreas de bosques, un problema severo en el Caribe. Peor aún, muchas naciones ofrecen incentivos como la exención impositiva a las empresas dedicadas a la extracción maderera, dice el informe.

Entretanto, la conversión de hábitats y el tráfico ilegal de especies dañaron la biodiversidad. Entre los fenómenos de mayor impacto, el documento lamentó la contaminación de los recursos hídricos, con fuerte incidencia en la salud en los latinoamericanos.

El reporte de Naciones Unidas destacó además el problema de la contaminación de las costas sucias y recordó que 60 de las 70 ciudades más importantes de la región se relacionan con el mar; mientras la mayoría de la población del continente vive a menos de 100 kilómetros de las playas.

Las áreas urbanas, la atmósfera y el aumento de desastres naturales fueron otros temas

abordados por el texto que servirá para "facilitar la toma de decisiones (gubernamentales)... hacia el desarrollo sustentable", comentó Pablo Mandeville, representante del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Los restantes capítulos del informe reseñaron los mecanismos aplicados en estos años por los países, escenarios futuros en materia ambiental y los planes de acción que la ONU sugirió trazar.

"Los estilos de desarrollo (de las naciones) han estado guiados por la agenda económica en detrimento del medio ambiente", lamentó el funcionario, quien sin embargo destacó una creciente conciencia ecológica en la región.

Paralelamente, el economista Ramón Pich, uno de los escritores del informe, destacó el "círculo vicioso" entre pobreza y degradación ambiental.

Según el experto la mayoría de los pobres en América Latina viven en "áreas ambientalmente frágiles", pero dado el modelo vigente no les queda otra alternativa que seguir degradando una y otra vez para sobrevivir.

Fuente: Agencia AP ■



# Hacia el Cuarto Foro Mundial del Agua en México

Lic. Cristóbal Jaime Jáquez  
Director General de la Comisión Nacional del Agua.

## El Consejo Mundial del Agua y los foros del agua

El Consejo Mundial del Agua es una organización no gubernamental y no-lucrativa establecida en Marsella, Francia desde 1996. Es una unidad estratégica en materia de políticas del agua, cuya misión es crear conciencia a los más altos niveles políticos de la importancia de manejar el agua de manera sustentable.

Para cumplir con su misión, el Consejo ha creado los Foros Mundiales del Agua, los cuales se organizan en estrecha colaboración con los países que se designan como sedes. Los Foros Mundiales constituyen una plataforma única en su género para el intercambio de ideas y enfoques a escala global, en la que convergen los sectores público y privado y se combinan los niveles profesionales y políticos del sector agua.

El Primer Foro se realizó en Marrakesh, Marruecos, en marzo de 1997. Este foro tuvo el mandato de desarrollar una Visión del Agua, Vida y Ambiente en el Siglo XXI. El Segundo Foro se realizó en La Haya, Holanda en marzo del año 2000. Durante ese evento se presentó la Visión del Agua y se adoptó como tema *De la Visión a la Acción*. Los ministros en su declaración identificaron 7 grandes retos relacionados con el agua y establecieron compromisos para atenderlos. El Tercer Foro se realizó en las ciudades japonesas de Kioto, Siga y Osaka en marzo del 2003. Se establecieron compromisos concretos para atender las metas del milenio y los acuerdos para la atención de las prioridades nacionales.

México será la sede del Cuarto Foro Mundial del Agua en el mes de marzo del 2006. La sede se otorgó

a nuestro país, como resultado de una reñida votación basada en las propuestas de los tres candidatos: Turquía, Egipto y México. La propuesta de México se vio favorecida porque tiene un enfoque participativo que privilegia a los actores locales y porque plantea un proceso de preparación regional que permitirá construir acuerdos y establecer compromisos para resolver los múltiples problemas relacionados con el agua que aquejan a la población en el mundo.

Estamos prácticamente a dos años de la reunión y los trabajos de preparación se intensifican al interior del país y en la relación con otros países y múltiples organizaciones interesadas en participar. Vamos de la mano con el Consejo Mundial del Agua en la preparación, pero tenemos el compromiso, como país sede, de garantizar la calidad del evento en sus contenidos técnicos, en el logro de resultados y en las actividades logísticas.

## El Cuarto Foro Mundial del Agua y sus componentes

El Foro Mundial del Agua en México se prepara con base en una organización que involucra al Consejo Mundial del Agua y organizaciones internacionales, así como a dependencias y entidades del sector público federal, entidades federativas y municipios, organizaciones ciudadanas, academia, legisladores y organizaciones técnicas, entre otros. Para ello se ha constituido un Comité Organizador Internacional y un Comité Directivo Nacional y se estructura el Secretariado.

El Foro, enfatizará la participación de los actores locales en el marco de la visión global del agua. El objetivo será que los organismos internacionales y exper-



## **Cristóbal Jaime Jáquez**

Nacido en Nazas, Durango, Cristóbal Jaime Jáquez, es egresado de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Asimismo, ha realizado estudios en mercadotecnia, calidad total, planeación estratégica y administración.

Fue profesor de economía en las Facultades de Comercio y Administración de la Universidad Autónoma de Nuevo León y de la Universidad Autónoma de Coahuila y a sido conferencista en seminarios en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey y en la Universidad Iberoamericana.

Su desempeño profesional se ha caracterizado por la promoción y generación de empleos, la actualización tecnológica, la innovación y modernización administrativa, así como de un profundo cuidado al medio ambiente.

Actualmente, se desempeña como Director General de la Comisión Nacional del Agua.





tos en políticas del agua logren acuerdos y compromisos con los actores locales para lograr transformar los planes en acciones concretas. En este marco, se tienen proyectadas las siguientes actividades:

### Foro Temático

Será el espacio para analizar los temas que son motivo de preocupación en la agenda internacional, con la presencia de los diversos actores y con la particularidad de buscar llegar a propuestas concretas. Se pretende que las discusiones se enriquezcan con las aportaciones que surjan en los próximos meses en reuniones regionales, como el Diálogo V que se llevará a cabo en República Dominicana el año 2005, para la región de las Américas. Las aportaciones no sólo serán regionales, ya que se aprovecharán los trabajos que llevan a cabo asociaciones técnicas en sus reuniones periódicas para lo cual se tienen acercamientos con sus organizadores con el fin de que orienten sus trabajos, en lo posible, a algunos temas de la agenda del Foro.

La organización de los temas responderá en buena medida al trabajo que realicen en los próximos meses los coordinadores de las organizaciones civiles; bancos, académicos, legisladores, etc, en el marco de los lineamientos que se darán a conocer en el anuncio oficial de Foro.

A dos años de distancia del evento se estima que podrán asistir al Cuarto Foro entre 10 y 15 mil personas. En esas condiciones, el reto consiste en facilitar su participación a través de los distintos espacios que se preparan.

### Foro Ciudadano

En respuesta a la propuesta del Consejo Consultivo del Agua, que es una organización no-gubernamental mexicana que tiene por objeto actuar como consejero de la Comisión Nacional del Agua y promover la cultura del agua en el país, se plantea destinar un espacio a lo largo del foro para que las organizaciones ciudadanas expongan sus trabajos. El lema del Foro "Acciones Locales para un Reto Global", subraya el interés por atraer a los actores locales para que tengan una amplia participación, no solo en el espacio ciudadano, sino de manera destacada en las mesas de discusión temáticas.

### Conferencia Ministerial

Si bien, el Consejo Mundial del Agua es una organización no-gubernamental, en los dos foros anteriores se ha tenido una nutrida presencia de representantes de los ministerios relacionados con el agua. Sin embargo, los resultados de las reuniones ministeriales no han logrado establecer compromisos avalados por todas las naciones representadas. Por su parte México tratará de construir consensos y establecer compromi-

tos desde un principio a nivel regional. Ya hemos iniciado con la Secretaría de Relaciones Exteriores los trabajos en paralelo para la preparación de la agenda ministerial.

### Foro Virtual

La comunicación a través de Internet ofrece grandes ventajas para propiciar la participación, como quedó demostrado en el Tercer Foro. En la preparación del Cuarto Foro se encuentra en proceso la elaboración de una página web para dar a conocer los avances y las noticias relevantes en torno al evento. Se tiene programado realizar sesiones de comunicación directa con expertos para tratar los temas de la reunión con objeto de captar las inquietudes de quienes se interesan por contribuir con ideas desde la preparación del foro. Los resultados del foro virtual serán insumos en las discusiones temáticas.

### Exposición y Feria del Agua

Se contará con espacio abierto para todas las organizaciones y empresas del ramo que deseen presentar sus productos, servicios y trabajos realizados. Las exposiciones se combinarán con expresiones culturales que se realizarán en el mismo recinto para estimular la visita de los participantes y para dar a conocer a los asistentes extranjeros una muestra de nuestras tradiciones.

### Resultados esperados

La celebración del Cuarto Foro Mundial del Agua representa para los mexicanos una gran oportunidad de interactuar con miles de personas de distintos países que aportan ideas, preocupaciones y soluciones a problemas comunes. La posibilidad de intercambiar experiencias y hacer alianzas en los casos que lo ameriten, será un valioso producto de este evento.

En México, el Gobierno Federal considera al agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. Esto significa que el agua está en la agenda política al igual que en muchos países que, como el nuestro afrontan sequías, inundaciones, contaminación de corrientes y competencia por el uso del recurso. La discusión de políticas para avanzar hacia el uso sustentable del agua será el tema obligado.

El foro no se caracterizará por dar a conocer innovaciones tecnológicas. Será un espacio en el que se escucharán las voces de actores locales para garantizar que las estrategias y compromisos regionales que surjan de las reuniones sean factibles, al estar avaladas por la experiencia de quienes operan día a día.

Para mayor información, favor de consultar la página [www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx) o escribir a [worldwaterforum4@cna.gob.mx](mailto:worldwaterforum4@cna.gob.mx) ■



# Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Integridad de los Ecosistemas Acuáticos

Biol. Raúl Antonio Garza Cuevas

La integridad de un ecosistema se refiere, en términos generales a su condición natural o "normal". Sin embargo, dichas condiciones sufren cambios naturales, propios de la evolución de los ecosistemas pero, mientras los cambios naturales permanezcan dentro de determinados límites, los ecosistemas seguirán manteniendo su funcionalidad y su estructura. No obstante, los cambios son también originados por causas "no naturales" es decir, por causas antropogénicas, las cuales provocan los llamados problemas ambientales.

Tradicionalmente, se ha dividido el medio ambiente para el estudio e interpretación de la contaminación en los componentes aire, agua y suelo; sin embargo esta división es meramente teórica ya que la mayoría de los contaminantes interactúan con más de uno de los medios físicos ambientales. Con el propósito de prevenir, medir y atenuar la contaminación, se ha desarrollado un gran número de estrategias que recientemente han incrementado su aplicación y entre ellas se encuentran diversos métodos de monitoreo que incluyen el uso de organismos vivos como indicadores biológicos del grado de contaminación.

Los bioindicadores son organismos vivos que responden de una forma clara y precisa a los cambios en el ambiente. También, es posible describirlos como todas aquellas medidas de la salud de un organismo que resultan al responder a los factores ambientales adversos (tensores) en las cuales se incluyen distintos niveles de organización biológica y distintas escalas de tiempo. Debido a que los organismos están sujetos a una gran variedad de factores ambientales tensionantes es necesario desarrollar múltiples medidas de la condición

de salud, que a la vez sean capaces de identificar y separar los efectos que son inducidos por los seres humanos, por ejemplo, efectos de contaminantes, de aquellos que son naturales, como la disponibilidad de habitat y de alimento.

Los métodos clásicos en la evaluación de la calidad del ambiente de las comunidades acuáticas, están soportados en mediciones y determinaciones de las características físicas y químicas del agua. Sin embargo, la inclusión de la respuesta de los organismos en distintas escalas, desde biomarcadores hasta comunidades, es ahora una alternativa y un complemento en la evaluación de la calidad del ambiente.

Una de las premisas más importantes de la bioevaluación o biomonitoreo es que los esquemas físico-químicos no son capaces de detectar los daños en las comunidades biológicas.

La bioevaluación o biomonitoreo puede revelar o predecir impactos o efectos enmascarados tales como nuevas sustancias tóxicas que han ingresado al ambiente o posibles cambios en las propiedades físi-



cas. Otra ventaja es que pueden ser estudiados los cambios o alteraciones a largo plazo sobre el ecosistema.

Por estas razones es importante incorporar en los métodos de evaluación de la calidad ambiental y de la integridad de los ecosistemas mecanismos como los indicadores biológicos que complementen a los métodos tradicionales.

### Índices e Indicadores Biológicos

Los índices son mediciones altamente agregadas que integran a los indicadores más importantes con capacidad para describir el desempeño de un sistema. Los índices simplifican a los sistemas complejos y frecuentemente se ajustan a un número el cual es útil para el proceso de toma de decisiones pero, si las piezas o elementos más importantes de la información se pierden o es representada inadecuadamente en el índice, se caerá en falsas señales o en un sentido de incertidumbre y, posiblemente, en fallas en el proceso de toma de decisiones.

Cuando los factores de tensión o disturbio de las comunidades biológicas son agentes contaminantes es común utilizar como característica primordial de los indicadores, la condición fisiológica de los organismos.

Algunos de los bioindicadores utilizados con más frecuencia en los niveles superiores de organización biológica como la población son: Abundancia, tamaño y distribución de edades, integridad reproductiva, relación de sexos y parámetros bioenergéticos. En el nivel de comunidad se han manejado: la riqueza, índice de integridad biótica, las especies no tolerantes y tipos de alimentación. La Environmental Protection Agency (EPA) en 1995 recopiló una serie de datos e información sobre el uso de indicadores para evaluar la integridad ecológica de los humedales.

Entre los indicadores más importantes mencionados por la EPA, destacan las plantas vasculares como indicadores de factores de disturbio hidrológico, de la

condición de la cobertura vegetativa, de la salinidad, de la sedimentación y turbidez, de las cargas de nutrientes, de anoxia y, finalmente, de contaminación por pesticidas y metales pesados.

Los primeros esfuerzos para determinar el daño ecológico causado por residuos domésticos e industriales en las corrientes de agua fueron realizados por **Kolkwitz & Marson (1908, 1909)**, creando de esta manera las bases del sistema saprobio, ampliamente utilizado hoy día en Alemania y algunos países europeos. No fue hasta mediados de los años 50 cuando comenzaron a utilizarse diferentes metodologías de evaluación de la calidad del agua mediante el uso de indicadores biológicos.

**Patrick (1949, 1950)** propuso métodos biológicos para evaluar las condiciones ecológicas de las corrientes de agua. Los criterios usados para evaluar la integridad ecológica pueden ser seleccionados de cualquier nivel de la organización biológica, sin embargo los criterios biológicos basados en los niveles de población, comunidad y ecosistema son los más relevantes en su respuesta a los disturbios o alteraciones ecológicas (**Covich, 1995**).

Las mediciones en el ámbito de población incluyen estimaciones de la densidad, biomasa, tasas de crecimiento poblacional, estructura de edad, distribución de sexo y estructura genética. Los niveles de organización del espectro biológico se asocian con diferentes medidas de biomonitorio y es obvio que de acuerdo a la escala, es también el grado de precisión y de certidumbre, (**Adamus y Brandt, 1990**).

Los criterios de la comunidad usados con más frecuencia son las típicas medidas estructurales como abundancia reducida, riqueza de especies reducida, y cambio en la composición de la comunidad en un espectro que va de las especies más sensibles a las más tolerantes. Aquí se incluyen tres tipos generales de índices en la comunidad que son, los índices de diversidad de especies, los índices de similitud y los índices bióticos (**Covich, 1995**). En la tabla 1 Están descritos en forma general los tres tipos más comunes.

**Tabla 1. Tipos de índices genéricos que agrupan las distintas formas de uso de los indicadores biológicos.**

índices bióticos	Específicos al tipo de agente contaminante o de alteración y al tipo de área. Son usados para clasificar el tipo de contaminación y el grado de tolerancia de los organismos indicadores.
índices de diversidad	Mide la riqueza o número de taxa distintos (especie, familia, orden) en un sitio, la homogeneidad, la abundancia relativa de los diferentes grupos taxonómicos, determinada por el conteo de todos los organismos colectados.
índices de comparación o similitud	Hace la comparación de la estructura de la comunidad en riqueza y/o similitud en el tiempo y el espacio. Un ejemplo es el IBI, índice de Integridad Biótica que compara las medidas de la distribución y abundancia de varias especies de peces de un cuerpo de agua contra otro de referencia en la misma ecoregión. Un índice similar es el ICI, índice de la Comunidad de Invertebrados que compara la distribución y abundancia de los macroinvertebrados.



En la década de los 50 y principios de los 60; comienza a discutirse el concepto de diversidad de especies basada en índices matemáticos derivados fundamentalmente de la teoría de la información (**Brillouin, 1951; Beck, 1965; Margalef, 1951, 1956, 1958; Shannon & Weiner, 1949; Simpson, 1949; Whilm, 1970; Sheldon, 1969**). Por otra parte, **Washington (1984)**, hace una revisión de los índices de diversidad, bióticos y de similitud con especial referencia a los ecosistemas acuáticos. Presenta 18 índices de diversidad, 19 índices bióticos y 5 índices de similitud y analiza su aplicabilidad para los sistemas biológicos. Para él, la mayoría de los índices no son totalmente satisfactorios.

**Prat et al, (1986)** realiza en España una comparación entre dos índices de la calidad del agua, uno que utiliza parámetros físico-químicos (ISQA) y el otro, parámetros biológicos (BILL), encontrando baja correlación entre ellos. **Barbour et al, (1995)**, presentan un total de 63 tipos de mediciones para evaluación rápida de los ecosistemas. De ellos: a. 8 corresponden a "medidas de riqueza" los cuales se fundamentan en el número de taxones encontrados; b. 15 se refieren a "enumeraciones" que son en realidad cálculos basados en porcentajes de determinados organismos; c. 15 corresponden a los "índices de diversidad y similitud de la comunidad" donde están los más conocidos; d. 12 se refieren a los "índices bióticos" siendo los más conocidos el BMWP y el índice de saprobiedad; e. 10 índices conocidos como "mediciones funcionales", donde se considera el tipo de función que desempeñan los organismos en la comunidad, como por ejemplo: colectores, filtradores, trituradores, depredadores, etc.; f. por último se consideran 3 medidas denominadas "índices combinados" dentro de los cuales se menciona el índice de la comunidad de macro invertebrados, el promedio de puntaje biométrico y el puntaje de la condición biológica. En la década de los años 80 y de los 90 comienza a generalizarse el uso de estos índices y a proponerse otros nuevos o modificaciones de los existentes.

**Karr (1991)** introduce el concepto de índice de Integridad Biológica (IBI), el cual es una herramienta multiparámetro para la evaluación de las corrientes basada en la comunidad de peces. Dada la aceptación que este método ha tenido en Norteamérica, se ha extendido su uso a otros grupos biológicos. **Armitage & Petts (1992)** examinan la posibilidad de usar puntajes bióticos y las predicciones basadas en el sistema computarizado conocido como RIVPACS (River Invertebrate Prediction and Classification System) (**Wright et al. 1995**) para valorar la pérdida de fauna béntica.

## Referencias

Adamus, P. and K. Brandt. 1990. Impacts on Quality of Inland Wetlands of the United States: A Survey of Indicators, Techniques,

and Applications of Community Level Biomonitoring Data. USEPA, Office of Research and Development, Washington, DC (EPA/600/3-90/073).

Armitage, P. D. & G. E. Petts, 1992. Biotic score and prediction to assess the effects of water abstractions on river macro invertebrates for conservation purposes. *Aquatic Conserv. Marine and Fresh. Ecosyst.* 2:1-17.

Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Snyder & J. B. Strubling, 1995. Revisión to Rapid Bioassessment Protocols for use in stream and rivers: Periphyton, benthic macro invertebrates and fish EPA 841\_D\_97-002.

Beck, W. M., Jr. 1965. The Streams of Florida. *Bulletin of the Florida State Museum* 10(3): 81-126.

Brillouin, L., 1951. Maxwells demon cannot operate: Information and entropy. I and II. *J. Appl. Phys.* 22: 334-343.

Covich, A. R.; W. H. Clements; K. D. Fausch; J. D. Stednick; J. Willkins-Wells; S. R. Abt. 1995. Ecological integrity and western water management: A Colorado Perspective. *Water in Balance.* 3: 1-23.

Karr, J. R. 1991. Biotic integrity: along-neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications.* 1: 66-84.

Kolkwitz, R & W. A. Marsson, 1908. Ecology of plant saprobia. *Ver. Dt. Ges.* 26:505-519.

Kolkwitz, R & W. A. Marsson, 1909. Ókologie der tierischen Saprobien. *Beltäge Zür Lehre von der biologische Gewässerbeuteilung. Internationale Reveu der gesamten Hydrobiologie* 2: 126-152.

Margalef, R., 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Inst. Biol. Appl.* 9: 15-27.

Margalef, R., 1956. Información y diversidad específica en las comunidades de organismos. *Investigación pesq.* 3: 99-106.

Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syste.* 3: 36-71.

Patrick, R, 1949. A proposed biological measure of stream conditions, based on survey of the Conestoga basin, Lancaster County, Pennsylvania *Proc. Acad. Nat. Scvi. Philad.* 101: 277-341.

Patrick, R, 1950. Biological measure of stream conditions. *Sewage ind. Wastes.* 22: 926-939.

Prat, N., I. Muñoz., G. González., & X. Millet, 1986. Comparación crítica de dos índices de calidad de aguas: ISQUA y BILL. *Tecnología del agua.* 31: 33-49.

Shannon, C. E. & W. Weiner, 1949. The mathematical theory of communication. Pp. 19-27, 82-103, 104-107. The University of Illinois Press, Urbana IL.

Sheldon, A. L 1969. Equitability indices: dependence on the species count. *Ecology* 50: 466-467.

Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163:688  
Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices. *Water Research* 18: 653-694.

Wright, F. F. 1995. Development and use of a system for predicting the macro invertebrate fauna and flowing waters. *Australian Journal of Ecology.* 20: 181-197.

## Autor

Biól. Raúl Antonio Garza Cueva  
Profesor Asociado del Departamento de Agronomía, ITESM. Maestría en Ciencias con especialidad en Fitomejoramiento y Fisiotecnia por el Programa de Graduados del ITESM. Autor y editor del libro de texto «Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible» ■



# AGENDA AMBIENTAL 2004



## ▶ A G U A S

**14 al 16 de junio**

### **Taller de Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**

Análisis de los aspectos más relevantes de la operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas (domésticas e industriales).

**24 y 25 de junio**

### **Taller de Muestreo de Aguas (Residuales, Potables y de Pozo)**

Técnicas de muestreo de aguas residuales, potables y de pozo, procedimientos para el aforo de descargas y, normatividad vigente

## ▶ I M P A C T O Y R I E S G O A M B I E N T A L

**2 al 4 de junio**

### **Estudios de Impacto y Análisis de Riesgo Ambiental**

Conocimientos sobre las diferentes metodologías del análisis de riesgo y estudios de impacto ambiental.

## ▶ I S O - 1 4 0 0 0

**22 al 25 de marzo**

### **Curso Taller de Documentación y Auditoría Interna ISO 14001**

Proceso de documentación e implementación de la norma ISO-14001, así como también, el proceso de auditoría a los sistemas de administración.

**6 y 7 de mayo**

### **No conformidades y acciones correctivas (ISO-14001)**

Identificar los puntos críticos en la respuesta a las no conformidades y acciones correctivas/preventivas.

**24 al 28 de mayo**

### **Auditor Líder ISO 14001 (ANSI-RAB/BSI)**

Contenido de una auditoría a un Sistema de Administración Ambiental, las fases, tipos, preparación y acciones correctivas.

**10 y 11 de junio**

### **Aspectos Ambientales Significativos (ISO-14001)**

Identificación y Jerarquización de aspectos ambientales significativos.

**Por confirmar**

### **Programa de Administración Ambiental (ISO-14001)**

Revisión de los puntos críticos en el proceso de implantación de los programas ambientales.

## ▶ L A B O R A T O R I O S

**24 al 26 de mayo**

### **Gestión de la CALIDAD en los Laboratorios de Prueba NORMA ISO-17025**

Diseño e implementación de un sistema de calidad acorde a las necesidades del laboratorio de pruebas.



CURSOS OFRECIDOS  
 POR EL CENTRO DE CALIDAD  
 AMBIENTAL DEL TECNOLÓGICO DE MONTERREY,  
 CAMPUS MONTERREY  
 FECHAS SUJETAS A CONFIRMACIÓN



## ▶ LEGISLACIÓN AMBIENTAL

29 y 30 de abril

### **Aplicación de la Legislación Ambiental**

Bases de la Legislación Ambiental Mexicana, sus efectos y alcances, con la finalidad de prevenir posibles sanciones.

27 y 28 de mayo

### **Taller de Aplicación Práctica de la Reglamentación Ambiental**

Desarrollar en los participantes Criterios de Aplicación de la Reglamentación Ambiental Mexicana, a la realidad prevaleciente en las organizaciones, mediante el Análisis de Casos Prácticos bajo un enfoque Administrativo y Técnico.

## ▶ SEMARNAT

Por confirmar

### **Curso-Taller de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)**

Cumpliendo con el RETC que publicará en breve la SEMARNAT y las actualizaciones de la cédula de operación anual (COA).

Por confirmar

### **Curso-Taller de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) para Consultores**

Cumpliendo con el RETC que publicará en breve la SEMARNAT y las actualizaciones de la cédula de operación anual (COA), conociendo en forma específica y detallada esta información.

## ▶ 3 R ' s

29 y 30 de abril

### **Curso-Taller de Reducción, Reuso y Reciclo de Residuos (3R's)**

Conocimiento y uso de herramientas para el manejo de residuos.



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY.

## INFORMES E INSCRIPCIONES

**Tec de Monterrey, Campus Monterrey, Centro de Calidad Ambiental** Edificio CEDES 4o. Piso, Ave. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Monterrey, N.L. 64849 Tel: 8328-4337 al 39 Tel. Conmutador: 8358-2000 Exts. 5238 y 5239, Fax. 8328-4152 y 8359-6280 • Atención: Srita. Rocío Alvarez / Promoción ralv@itesm.mx Srita. Cynthia Rivera / Promoción cynthia@itesm.mx Lic. Romelia Molina / Coordinadora de Promoción romelia.molina@itesm.mx Visita nuestras páginas en internet: <http://uninet.mty.itesm.mx/capacita> <http://extension.mty.itesm.mx>



EL DEPARTAMENTO DE CAPACITACIÓN DEL CENTRO DE CALIDAD AMBIENTAL OFRECE LOS SIGUIENTES SERVICIOS: • Diagnóstico de necesidades de capacitación • Desarrollo y elaboración de programas de capacitación y concientización ambiental • Diseño, desarrollo y elaboración de materiales específicos para capacitación, de acuerdo a las necesidades solicitadas por nuestros clientes • Cursos y diplomados abiertos (Educación Continua) • Cursos y Diplomados "In Company" • Cursos y desarrollo tanto de programas de capacitación a las empresas, como un programa de educación continua semestral, abierto al público en general.



# El Valor Energético del Agua

Dr. Belzahet Treviño Arjona y Dr. Enrique Cazares Rivera

## Disponibilidad del Agua

El problema de escasez de agua en nuestro país así como en muchas regiones del mundo no es necesariamente un problema de falta de agua, sino de falta de disponibilidad de agua con la calidad adecuada, en el lugar adecuado y en el tiempo adecuado. Por lo tanto, entendamos a la disponibilidad de agua puede entenderse como la posibilidad de contar con agua de una calidad adecuada para los diferentes procesos biológicos y antropogénicos en el lugar y tiempo requerido por la sociedad y los ecosistemas.

Tres cuartas partes de nuestra tierra están cubiertas por agua, con un volumen aproximado de 1,400 a 1,500 millones de km<sup>3</sup>. El 97.39% se encuentra en los océanos, el 2.01% en los glaciares, el 0.54% en formaciones geológicas y solo un 0.06% se encuentra en ríos y lagos con un volumen aproximado de 90,000 km<sup>3</sup>.

El agua se encuentra en un continuo movimiento a través del ciclo hidrológico evaporándose principalmente de los océanos, lagos y ríos para posteriormente precipitarse sobre los continentes. Los continentes reciben más agua a través de la precipitación de la que pierden en forma de evaporación dando por resultado la formación de arroyos, ríos, recarga de acuíferos y contribución a los océanos.

El caudal de agua correspondiente a los escurri-

mientos anteriores es de 40,000 km<sup>3</sup>/año, de los cuales solo 14,000 km<sup>3</sup>/año se encuentran disponibles para los diferentes usos (urbano, agrícola, industrial). Este caudal nos da un valor promedio mundial de 2,000 m<sup>3</sup>/año per cápita, cantidad que con un uso racional y eficiente podría ser suficiente para todas nuestras actividades.

El fenómeno del ciclo hidrológico, imprescindible para la subsistencia de todos los seres vivos del planeta genera, entre otros, dos grandes beneficios: **a.** el transporte de agua de los océanos a los continentes y **b.** la desalinización del agua de mar, transformándola en agua dulce. Estos dos procesos, no espontáneos en su naturaleza termodinámica, existen debido a la absorción de la energía solar por parte del agua en los océanos. Por lo tanto, mediante la energía solar, grandes extensiones continentales cuentan con la disponibilidad del vital líquido. Sin embargo, no todos los territorios cuentan con la misma suerte y debido al crecimiento poblacional y/o al incremento de la actividad industrial y agrícola, la disponibilidad es cada vez menor en muchos lugares.

La energía absorbida por el agua representa el factor de mayor importancia para la disponibilidad del agua en la sociedad y los ecosistemas. Tradicionalmente el uso de esta la energía del agua se ha utilizado



desde tiempos ancestrales. La construcción de molinos, acueductos e hidroeléctricas son algunos ejemplos del manejo que le hemos dado a la energía presente en el agua.

### Energía Presente en el Agua

El agua puede presentar 4 tipos de energía: La energía cinética existente en el agua que se encuentra en movimiento, la energía potencial existente en el agua localizada en zonas altas de la superficie terrestre, la energía térmica existente en el agua a temperaturas mayores o menores a la temperatura ambiente incluyendo el potencial cambio en el estado físico de la misma y por último la energía química existente en la concentración de solutos en el agua (pureza del agua). Hablaremos de las dos más importantes tanto para la sociedad como para los ecosistemas.

### Energía Potencial del Agua

La energía potencial presente en el agua la adquiere cuando el agua evaporada por la energía solar es transportada y precipitada en zonas altas de los continentes. Esta energía siempre ha sido la más aprovechada por nuestra sociedad. Desde tiempos inmemorables la creación de represas ha sido la forma a través de la cual el hombre ha aprovechado la energía potencial del agua, inicialmente para su consumo directo, posteriormente para la irrigación y más recientemente para la generación de energía eléctrica.

Winston Churchill en 1908 como parte de un viaje a África se encontró en la parte norte del Lago Victoria con una de las cascadas más grandes del mundo (Owen Falls). Posterior a su viaje el Sr. Churchill escribió sus pensamientos ante tan imponente espectáculo "So much power running to waste ... such a lever to control

the natural forces of África ungripped, cannot but vex and stimulate the imagination", 48 años después las aguas del Río Nilo a nivel de Owen Falls pasaban por turbinas generando 150,000 kw para Uganda y Kenya.

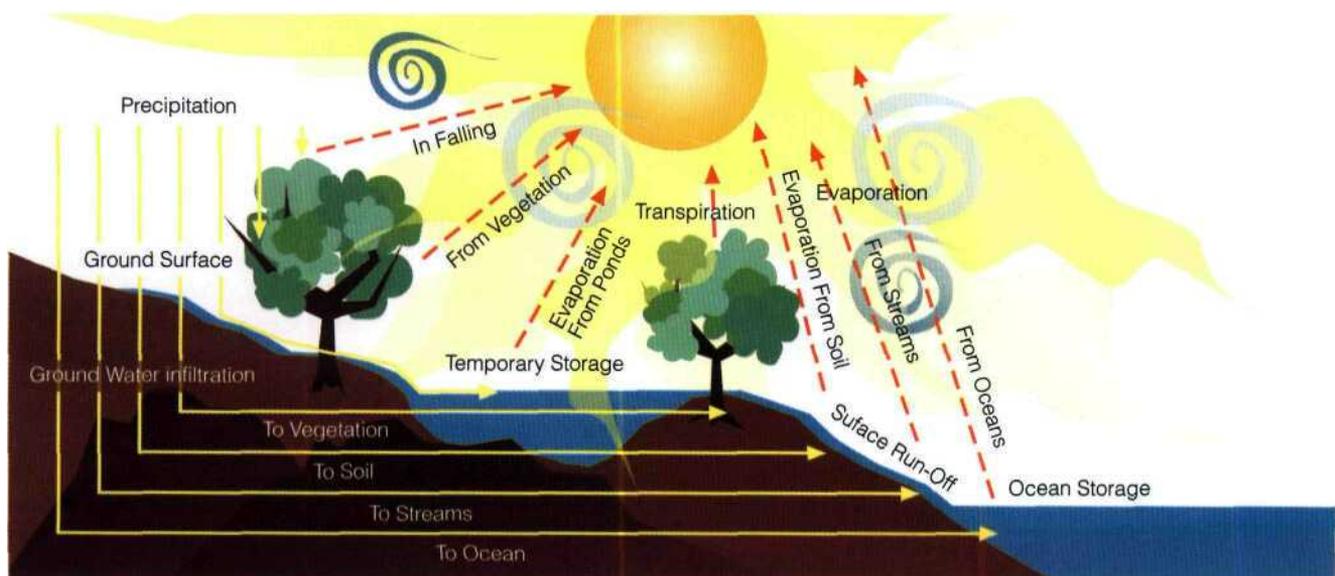
El agua presente en acuíferos, extremo opuesto del agua con un alto valor potencial, puede presentar una profundidad tan grande que resulta no factible económicamente su aprovechamiento. Este es el caso del acuífero Guaraní uno de los más grandes del mundo, el cual presenta una alta permeabilidad, baja mineralización pero se encuentra a más de 1,000 m de profundidad y por lo tanto ha sido utilizado en forma muy limitada. Aún y cuando el agua subterránea es abundante casi en cualquier lugar, es más aprovechable en aquellos lugares donde el agua es escasa y la energía es barata.

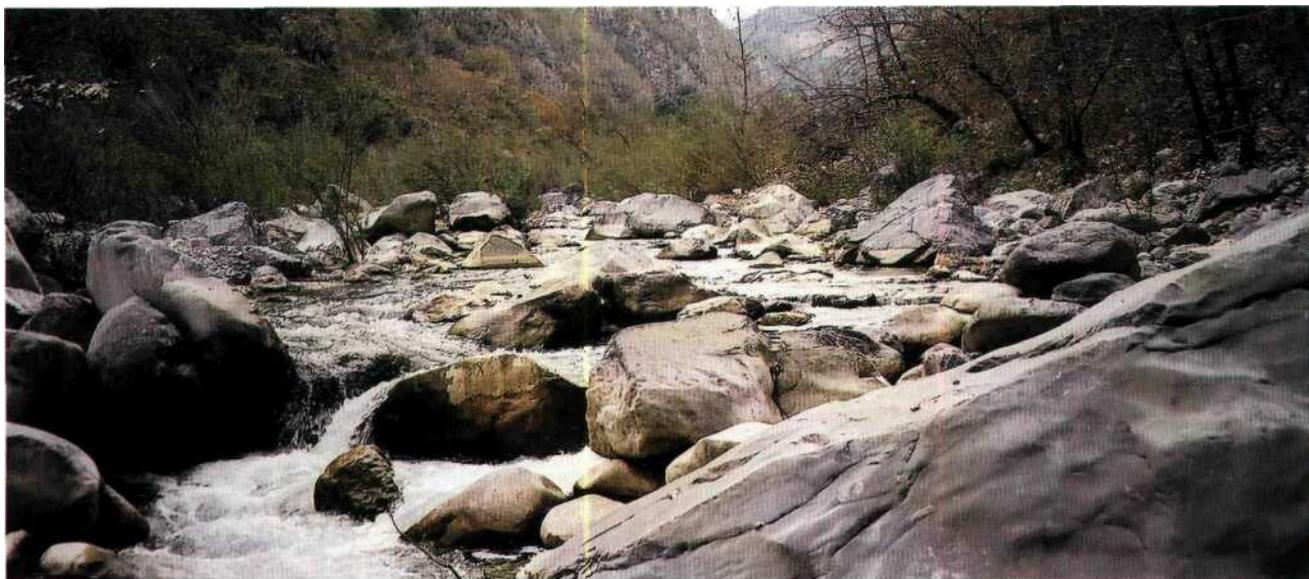
La utilización de la energía potencial del agua mediante represas y acueductos ha incrementado la disponibilidad del agua en muchos lugares, específicamente al contar con ella en el lugar y tiempo requeridos por la sociedad.

### Energía Química del Agua

La energía química del agua es tal vez la energía más incomprendida y desconocida por muchos de nosotros. La energía química del agua representa la capacidad de la misma para llevar a cabo una gran cantidad de fenómenos biológicos, físicos y químicos, como es el caso de la diálisis presente en nuestros riñones, la evaporación por equilibrio presente en todos los cuerpos de agua y la solubilización presente en cualquier mezcla solido-agua.

El agua al mezclarse con cualquier tipo de sólido pierde energía química, presentando su menor valor al





llegar a encontrarse en mezclas con 50 % de agua y 50 % de sólidos. La energía solar incrementa la energía química del agua al pasar de una solución con 3.5 % de sal a un vapor prácticamente con 0 % de sal. Este vapor al condensarse en la atmósfera y precipitarse genera un agua con un alto valor de energía química lo que equivale a una alta pureza.

Nuestras actividades antropogénicas en los tres diferentes usos del agua (urbano, agrícola e industrial) todas ellas reducen el valor de energía química del agua al incrementar la concentración de solutos (contaminantes) en el agua. La adición de fertilizantes en el agua de riego, la extracción de minerales vía acuosa y la descarga de residuos, representan actividades que reducen de una forma significativa el valor energético del agua. El tratamiento de las aguas con bajo nivel de energía química (aguas residuales) es termodinámicamente muy costoso, procesos como sedimentación, filtración, biodegradación, desalinización, etc. requieren de un alto consumo de energía para poder regenerar la energía química del agua.

## Síntesis

La problemática del agua no es necesariamente una problemática basada en la falta del vital líquido, sino en la falta de agua con la calidad adecuada, en el lugar adecuado y en el tiempo requerido. Estas tres características, todas sin excepción alguna, están íntimamente ligadas al valor energético del agua. Por lo tanto, la problemática del agua presenta su origen en la falta de conservación de la energía presente en la misma. La existencia de una fuente económica de energía disminuiría en forma considerable los problemas de disponibilidad de agua. Actividades como favorecer la infiltración de aguas pluviales en acuíferos y el uso del

agua para transportar nuestros residuos urbanos (aguas sanitarias) deben ser muy bien analizados ya que en ambos casos el poder energético del agua se reduce fuertemente. Por el contrario, la conservación del agua libre de contaminantes en altitudes por arriba del nivel del mar representan manejos que conservan el alto valor energético del agua.

El reto de abastecer del vital líquido a nuestra sociedad conservando a la vez nuestros ecosistemas, estará ligado sin lugar a duda a los futuros desarrollos de energías alternas y al uso eficiente del agua en los diferentes sectores con énfasis en el sector agrícola.

## Referencias

C. Díaz Delgado y D. Antón, La Economía ecológica: el enfoque entrópico, *Sequía en un Mundo de Agua*, <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/sequia/t-cap17.html>

D.J. Antón, *Ciudades Sedientas, Agua y ambientes urbanos en América Latina.*, Ed. Nordan, 1996.

J.R. McNeill *Something New Under the Sun, An Environmental History of the Twenty-Century World.*, Ed. Norton, 2000.

---

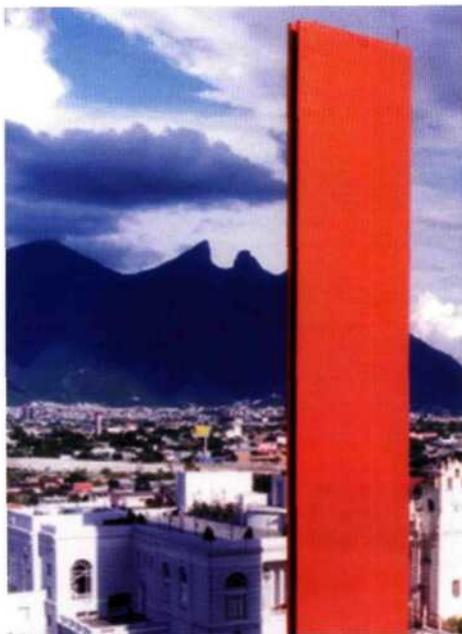
## Autores

Dr. Belzahet Treviño Arjona

Obtuvo un Doctorado y Postdoctorado en Ingeniería Química en la Universidad de Rhode Island en 1993. Profesor Asociado en el Departamento de Ingeniería Química y Director del Centro de Estudios del Agua del Tecnológico de Monterrey Campus Monterrey.

Dr. Enrique Cazares Rivera

Obtuvo un Doctorado en Ingeniería Civil con la especialidad en Ingeniería Ambiental. Es Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Civil y Director del Área de Arquitectura e Ingeniería Civil del Tecnológico de Monterrey Campus Monterrey. ■



Preservando y Mejorando  
el Ambiente Global del Agua

## XII REUNIÓN INTERNACIONAL Y EXPOAGUA 2004

Abril 27, 28 y 29 de 2004, Cintermex, Monterrey N.L.

### Preservando y Mejorando el Ambiente Global del Agua

Nuestro lema indica el grado de importancia que nos merece la atención a todo lo relacionado con el AGUA, incluyendo su captación, acondicionamiento, distribución, reuso, capacitación de operadores y de administradores, por lo que te invitamos a participar activamente en EXPOAGUA 2004.

Este evento se llevará a cabo los días 27, 28 y 29 de Abril de 2004, en Cintermex, Monterrey N.L., en donde encontrarás:

**EXPOSICIÓN:** 45 stands de los principales fabricantes de equipo, distribuidores y representantes de las principales tecnologías para trabajar el agua residual.

**FORO SOBRE:** "Evaluación de las Diferentes Tecnologías para Tratamiento de Aguas Residuales Disponibles en el Ambito Internacional"

**CONFERENCIA:** "Procesos de Mejora Continua de Plantas de Tratamiento Existentes" - Ing. Carlos L. Caballero

**CONFERENCIA MAGISTRAL:** Invitado Especial



EXPOAGUA SE ENFOCA EN

tecnología para  
el reuso del agua

Remoción de Nutrientes  
Procesos de Bajo Consumo de Electricidad  
Sistema de Tratamiento con Membranas  
Tratamientos Industriales

## 9ª. ESCUELA DE OPERADORES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA Y AGUAS RESIDUALES

### BENEFICIOS

#### PARA LOS OPERADORES

- Desarrollo Profesional
- Reconocimiento de habilidades
- Elevar su nivel de competitividad
- Mantenerse actualizado

#### PARA LAS EMPRESAS

- Tener operadores profesionales
- Cumplir con las normas de descarga
- Asegurar que sus instalaciones estén bien operadas y mantenidas
- Mejorar la calidad del agua
- Reducir costos de operación

### MAYORES INFORMES

Sociedad Mexicana de Aguas, A. C.  
Porfirio Díaz 1450, Col. Pio X  
Monterrey, N.L. México 64710  
Tels. (81) 8115-0262 / 8040-9317  
Fax (81) 8129-3160  
smaac@axtel.net  
fcardona@axtel.net  
www.smaac.org.mx/expoagua

### RESERVACIONES DE HOTEL

Lada sin costo internacional  
1 866 525-0571  
Lada sin costo nacional  
01 800 216-1224 / 01 800 221-7536  
Reservaciones Locales  
(52-81) 8387-9007

cycy@cyci.org  
irisfuentes@cyci.org  
nellyflores@cyci.org  
www.cyci.org

Congresos y  
Convenciones  
Internacionales

## PROGRAMA DE ACREDITACION SMAAC DE OPERADORES DE PLANTAS POTABILIZADORAS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

### PRINCIPALES TEMAS DE LOS CURSOS QUE SE IMPARTIRAN

#### ARB

##### Básico de Aguas Residuales

- Objetivos del tratamiento de aguas
- Origen y pretratamiento de aguas
- Características de las aguas residuales domésticas
- Estaciones de bombeo
- Tratamiento preliminar
- Sedimentación
- Tratamiento biológico
- Proceso de película fina
- Lagunas
- Digestión, manejo y disposición de lodos

#### ART

##### Tratamiento de Aguas Residuales

- Introducción al tratamiento de aguas
- Legislación sobre descargas de aguas residuales
- Tratamientos preliminar y primario
- Lodos activados
- Digestión y lodos
- Controles de laboratorio
- Proceso de tratamiento avanzado

#### ARLA

##### Control del Proceso de Lodos Activados

- Fundamentos de aireación
- Fundamentos de clarificación
- Análisis para control del proceso
- Evaluación microscópica
- Cálculo de parámetros para control de proceso
- Requerimientos de nitrificación
- Resolución de problemas

#### APB

##### Básico de Agua Potable

- Sistemas de agua para servicio público
- Calidad del agua
- Producción de agua subterránea
- Producción de agua de superficie
- Desinfección
- Almacenaje, distribución y bombeo
- Seguridad
- Controles de laboratorio
- Proceso de tratamiento avanzado

#### TDC

##### Tecnología de Desinfección por Cloro

- Determinación de los aspectos microbiológicos
- Desarrollo de los temas de toxicidad y análisis de los residuos de cloro
- Ventajas y desventajas de los diferentes métodos de análisis de residuales de cloro
- Evaporadores de cloro y las políticas a seguir en el arranque y en el paro

#### OMBM

##### Operación y Mant. de Bombas y Motores

- Planeación y programación del trabajo de
- Mantenimiento
- Presupuesto y control de los costos de
- Mantenimiento
- Bombas y Motores, tipos y usos
- Lubricantes y lubricación
- Empaquetado y sellos mecánicos
- Herramientas manuales





# Análisis

## de la Situación del Agua en México

Dirección General de Estadística e Información Ambiental SEMARNAT.

La preocupación de los países por contar con agua suficiente en cantidad y calidad para sus diferentes actividades es cada vez mayor. A pesar de que en el planeta existe una cantidad considerable de agua estimada en 1,400 millones de km<sup>3</sup>, sólo el 2.5% es agua dulce y la mayor parte de la misma se encuentra en forma de hielo o en depósitos subterráneos de difícil acceso (ver figura 1). De esta manera, el agua disponible en teoría para las actividades humanas sería, en el mejor de los casos, del 0.01%. Además, esta mínima porción de agua frecuentemente se localiza en lugares inaccesibles o está contaminada, lo que dificulta su aprovechamiento (PNUMA, 2002).

Bajo estas circunstancias, el agua es considerada como un factor crítico para el desarrollo de las naciones y, de hecho, quizá sea el recurso que define los límites del desarrollo sustentable (FNUAP, 2001), ya que no sólo es indispensable para el desarrollo económico y social de la humanidad sino también para el funcionamiento de los ecosistemas del planeta. De ahí la importancia de contar con información confiable acerca de la cantidad y calidad de este recurso, en términos de su disponibilidad, usos y grado de deterioro, así como con una evaluación de los efectos que han tenido las diferentes acciones encaminadas a mejorar la cantidad y calidad del agua disponible para la gente.

El análisis de la situación del agua en México puede abordarse a diferentes escalas. Una evaluación global del país puede ser útil para la comparación con otros países o para medir el desempeño y compromisos adquiridos por México (por ejemplo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), de la cual México es miembro desde 1994). Sin embargo, un análisis a esta escala resulta de utilidad limi-

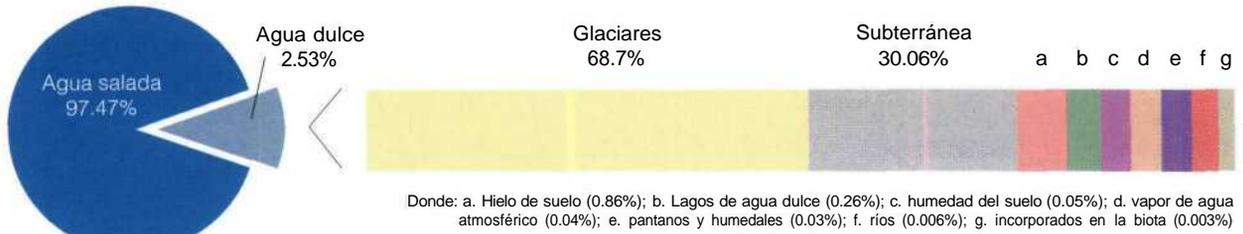
tada para identificar los problemas locales y, por consiguiente, diseñar los programas pertinentes al interior del país. La alta heterogeneidad tanto ambiental como social que presenta el país, requiere un análisis a nivel regional o estatal que permita una evaluación más acorde con posibles estrategias de uso y manejo del agua. En este contexto, a continuación se examina la situación del agua en México considerando los niveles de país, región y estado, en función de la información disponible y su relevancia.

Las características topográficas y geográficas que tiene México producen una condición hidrológica muy particular; su tamaño relativamente grande (casi 2 millones de kilómetros cuadrados), la influencia que tienen los 11 208 km de costa ubicados tanto en el Pacífico como el Atlántico, su ubicación geográfica, en particular su relación con los grandes cinturones de viento y la trayectoria de los huracanes, su complicada topografía -en gran parte resultado de la actividad tectónica ocurrida durante el Cenozoico- y su relieve sumamente accidentado con grandes variaciones altitudinales, ocasionan intensos contrastes en la disponibilidad de agua en el país. Así, tenemos que más de la mitad del territorio (56%) está ocupado por zonas áridas y semiáridas, donde las lluvias son escasas, aunque también existen amplias zonas húmedas y subhúmedas en el sureste (ver mapa 1).

La mayor parte del territorio mexicano (66%) presenta régimen de lluvias de verano, donde la precipitación se concentra marcadamente en los meses de junio a septiembre, mientras que en la temporada de invierno las lluvias son escasas (menores al 10% del total). El régimen de lluvia intermedio cubre el 31% del país y corresponde a la frontera norte y a las zonas

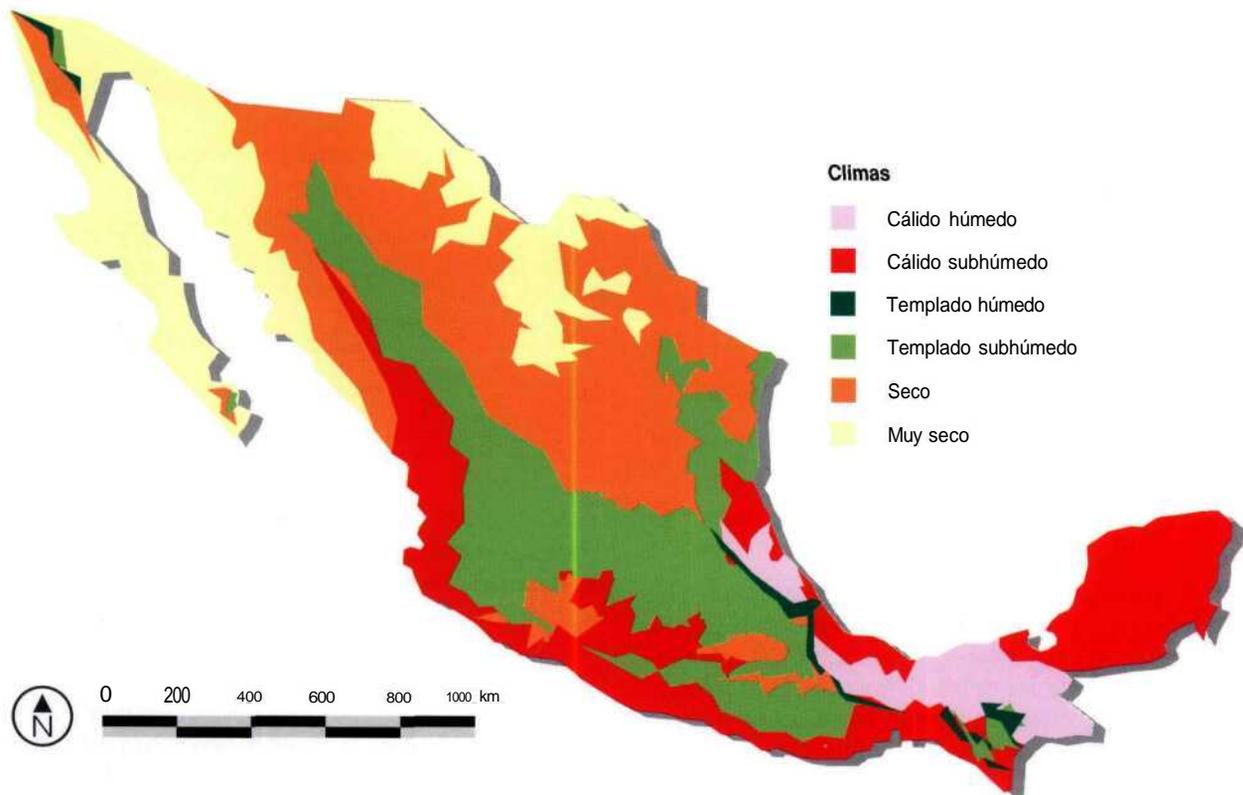


Figura 1. Principales reservas hídricas en el mundo.



Fuente: Elaboración propia con los datos de PNUMA, Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO-3. Grupo Mundi-Prensa, España 2002.

Mapa 1. Climas en México,



Fuente: Elaboración propia con los datos de Conabio, 1998.

de mayor precipitación en el trópico mexicano. Finalmente, una pequeña porción ubicada en la parte norte de la vertiente del Pacífico de la Península de Baja California tiene régimen de lluvias de invierno, que se concentran en los meses fríos del año.

### Variación espacial y temporal

La precipitación promedio anual en México durante el periodo 1941-2000 fue de 772 mm, lo que se considera abundante (OCDE, 1998). Sin embargo, esta cifra promedio resulta poco representativa de la situación hídrica

del país, ya que existe una alta heterogeneidad espacial y temporal. Así, tenemos estados como Baja California Sur, donde apenas se registran 199 mm de lluvia en promedio, mientras que en Tabasco la precipitación es más de trece veces superior (ver cuadro 1). Los estados localizados en la zona norte ocupan cerca del 50% de la superficie del país y contribuyen sólo con un poco más del 25% del agua que ingresa al país por lluvia, mientras que los estados localizados en la parte sur (Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz, Yucatán y Tabasco), con sólo el 20.6% de la



Cuadro 1. Precipitación media anual por región administrativa de la CNA, 1941-2000\* (milímetros).

Región administrativa	Precipitación
Península de Baja California	199
Noroeste	476
Pacífico Norte	684
Balsas	806
Pacífico Sur	1125
Río Bravo	449
Cuencas Centrales del Norte	496
Lerma-Santiago-Pacífico	671
Golfo Norte	917
Golfo Centro	1549
Frontera Sur	2258
Península de Yucatán	1290
Valle de México	797
<b>Nacional</b>	<b>772</b>

\* Promedio anual histórico. Fuente: Semarnal, Comisión Nacional del Agua. Compendio Básico de Agua en México 2002, CNA. México, 2001.

Tabla 1. Superficie y contribución proporcionales de la precipitación de los estados del norte y sur de la República Mexicana, 1941-2000.

Estado	Superficie (%)	Precipitación (%)	Estado	Superficie (%)	Precipitación (%)
Baja California	3.65	0.97	Campeche	2.91	4.24
Baja California Sur	3.77	0.87	Chiapas	3.76	9.55
Coahuila	7.67	3.13	Oaxaca	4.75	9.35
Chihuahua	12.55	6.88	Quintana Roo	2.00	3.24
Nuevo León	3.30	2.52	Tabasco	1.26	3.94
Sinaloa	2.98	3.06	Veracruz	3.68	7.03
Sonora	9.22	5.11	Yucatán	2.22	3.19
Tamaulipas	<b>4.07</b>	4.04			
<b>Total</b>	<b>47.23</b>	<b>26.58</b>	<b>Total</b>	<b>20.58</b>	<b>40.53</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de: Sistema Meteorológico Nacional, CNA, México, 2002.

superficie nacional, reciben el 40.5% de la lluvia (ver tabla 1).

A nivel de regiones hidrológico-administrativas -una división del país que establece la Comisión Nacional del Agua (CNA) con criterios hidrológicos (ver mapa 2)-también son muy claras las diferencias. Las regiones I, II, III y VI, localizadas en la parte norte del país y que comprenden el 45% del territorio nacional, reciben el 26.5% de la precipitación, en contraste con las regiones administrativas IV, V, X, XI y XII, situadas en la parte sur del país y que ocupan el 27.5% del territorio, las cuales reciben en promedio el 49.6% de la lluvia (ver tabla 2).

Así como el valor de 772 mm de precipitación promedio no refleja la heterogeneidad al interior del país, tampoco muestra las altas variaciones que ocurren entre los años. Por ejemplo, de 1990 a 1993 la precipitación fue casi un 14% superior al promedio, mientras que en 1994, 1996 y 1997 estuvo muy por debajo de los 772 mm (7.9, 13.3 y 9.2%, respectivamente). De hecho, considerando a todo el país desde 1994, la precipitación promedio ha estado por debajo de la media histórica (Ver figura 2).

No obstante esta tendencia general, existen diferencias importantes entre los estados que componen la República Mexicana con respecto al agua que han recibido por lluvia en los últimos años. Si se compara el volumen de agua recibido en algunos estados durante los últimos 11 años (1990-2001) con respecto a su promedio histórico, Campeche, Coahuila, Distrito Federal, Guanajuato y Puebla recibieron entre 15 y 20% más de lluvia, mientras que Durango, Guerrero, Estado de México y San Luis Potosí sufrieron una disminución de entre 15 y 25%. Durante el periodo de 1994 a 2001, años en los que se agudizó la disminución de la lluvia, Durango y el Estado de México sufrieron reducciones superiores al 30% (Ver tabla 3). En el último siglo se presentaron cuatro grandes periodos de sequía: 1948-1952, 1960-1964, 1970-1978 y 1993-1996, que afectaron principalmente a los estados del norte del territorio nacional. En orden de severidad por sus efectos desfavorables están: Chihuahua, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala (Cenapred, 2001).



Mapa 2. Regiones Hidrológicas Administrativas.



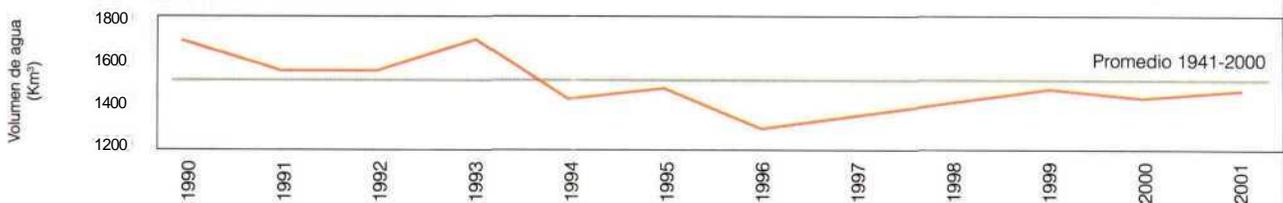
Fuente: Elaboración propia con Idatos de CNA. Compendio Básico del Agua en México, México, 2002.

Tabla 2. Superficie y precipitación media anual recibida por región hidrológica administrativa en el norte y sur del país, 1941-2000.

Región administrativa	Superficie (miles de Km <sup>2</sup> )	Precipitación (mm)	Precipitación (km <sup>3</sup> )
I Península de Baja California	148.9	199	30
II Noreste	216.1	476	103
III Pacífico Norte	150.1	684	103
VI Río Bravo	377.0	449	169
IV Balsas	118.6	806	96
V Pacífico Sur	79.6	1125	90
X Golfo Centro	105.3	1549	163
XI Frontera Sur	101.7	2258	230
XII Península de Yucatán	139.5	1290	180

Fuente: Elaboración propia con datos de: CNA. Compendio Básico del Agua en México. México, 2002.

Figura 2. Volumen de la precipitación a nivel nacional, 1990-2001.



Fuente: Elaboración propia con datos de: Servicio Meteorológico Nacional, CNA. México, 2002.



Cuadro 2. Ciclones que han impactado en México, 1981-2001.

Año	Océano	Nombre	Categoría	Estados afectados	Periodo	Vientos Km/h	Lluvia Máx. en 24 hr. (mm; localidad afectada)	
2001	Atlántico	Chantal	TT	Q. Roo, Yuc. Camp., Tab.	15-22 Ago	115	211; Chetumal, Q. Roo	
	Pacífico	Juliette	H1	BCS, Son., BC	21 Sep.-2 Oct	140	202; San Felipe, BC	
	Atlántico	Iris	DT	Chis.	4-9 Oct	55	122; Jaltenango, Chis.	
2000	Atlántico	Beryl	TT	Tamps., N.L.	13-15 Ago	75	160; San Gabriel, Tamps.	
	Pacífico	Miriam	TT	BCS, Sin., Nay.	15-17 Sep	65	57; Todos Santos, BCS	
	Atlántico	Gordon	DT	Q. Roo, Yuc. Camp.	14-18 Sep	55	230; Cancun, Q. Roo	
	Pacífico	Norman	TT	Gro., Mich., Col., Jal., Sin., Nay.	19-22 Sep	75	357; Callejones, Col.	
	Atlántico	Keith	H1	Q. Roo, Camp., Tab. Tamps., NL, SLP, Ver.	3-5 Oct	140	366; Sabinas, Tamps.	
	Pacífico	Rosa	TT	Oax.	3-8 Nov	65	103; Pto. Ángel, Oax.	
1999	Atlántico	DT2	DT	Ver., Tamps., SLP, Hgo.	2-3 Jul	55	317; Tanzabaca, SLP	
	Atlántico	Bret	TT	Tamps., Ver., NL, Coah.	18-24 Ago	75	381; Cadereyta, NL	
	Atlántico	DT7	DT	Tamps., Ver., NL	5-7 Sep	55	248; Río Frío, Tamps.	
	Pacífico	Greg	H1	Gro., Col., Mich., Jal., Sin., BCS, Son.	5-9 Sep	120	400; Jal, Col.	
	Atlántico	DT 11	DT	Ver., Tab., Pue., Hgo.	4-6 Oct	55	420; Tenango, Pue.	
	Atlántico	Katrina	DT	Q. Roo, Camp., Yuc., Tab., Chis.	28 Oct-1 Nov	55	146; Cárdenas, Tab.	
1998	Pacífico	Frank	TT	BCS	6-9 Ago	65	8; La Paz, BCS	
	Pacífico	Isis	HT	BCS, Sin., Son., Chih.	1-3 Sep	120	330; Sn. J. del Cabo, BCS	
	Atlántico	Charley	TT	Coah.	21-24 Ago	85	350; Acuña, Coah.	
	Atlántico	Mitch	TT	Chis., Tab., Camp., Yuc.	21 Oct-5 Nov	65	341; Campeche, Camp.	
	1997	Pacífico	Nora	H1	BCS, BC, Son.	16-26 Sep	140	337; Sn Felipe, BC
	Pacífico	Olaf	TT	Oax., Col.	21 Sep-12 Oct	75	170; Juchitan, Oax.	
	Pacífico	Pauline	H3	Oax., Gro.	6-10 Oct	185	411; Aapulco, Gro.	
	Pacífico	Rick	H1	Oax., Chis.	7-10 Nov	120	243; Tehantepec, Oax.	
	1996	Atlántico	Dolly	H1	Q. Roo, Yuc, Camp., Ver. Tamps., SLP, NL	19-24 Ago	130	328; Micos, SLP
	Pacífico	Alma	H2	Gro., Mich., Jal., Col.	20-27 Jun	160	nd; Mich.	
	Pacífico	Boris	H1	Gro., Mich., Jal., Nay.	28 Jun-1 Jul	145	283; Coyuca, Gro.	
	Pacífico	Cristina	TT	Oax., Gro., Chis., Tab.	1-4 Jul	110	193; Platanar, Tab.	
	Pacífico	Fausto	H3	BCS, Sin. Jal., Nay., Chih., Col., Son.	10-14 Sep	140	150; P.A.L. Mateos, Sin.	
	Pacífico	Hernán	H1	Jal., Mich., Col., Nay.	30 Sep - 4 Oct	140	422; P. La Villita, Mich.	
	1995	Atlántico	DT6	DT	Ver., Hgo., Tamps., SLP	5-7 Ago	55	259; Victoria, Tamps.
	Atlántico	Gabrielle	TT	Tamps., Ver, SLP, Hgo.	9-12 Ago	110	133; La Boca, NL	
	Pacífico	Henriette	H1	BCS, Sin.	1-8 Sep	120	115; C Sn Lucas, BCS	
	Pacífico	Ismael	H1	Sin., Sin.	12-15 Sep	120	197; A. Ruiz, Sin.	
	Atlántico	Opal	DT	Camp., Yuc., Q. Roo, Tab.	27 Sep-2 Oct	55	100; Tapijulapa, Tab.	
	Atlántico	Roxanne	H3	Q. Roo, Yuc., Camp., Tab., Ver.	20 Ago	185	297; Mtz. de la Torre, Ver.	
	1994	Atlántico	DT5	DT	Tamps., SLP, Ver.	29-31 Ago	55	195; P. Sn Lorenzo, Tamps.
	Pacífico	Rosa	H2	Sin., Nay., Dgo., Jal., Col.	8-15 Oct	166	170; Cajón Peña, Jal.	
	1993	Atlántico	Gert	H1	SLP, Ver., Tamps., Hgo.	14-21 Sep	150	427; Tanzabaca, SLP
	Pacífico	Beatriz	TT	Oax., Chis., Tab	18-20 Jun	100	218; Salina Cruz, Oax.	



Tabla 3. Estados con la mayor reducción en la precipitación recibida en el periodo 1994-2001 con respecto a su promedio anual histórico 1941-2000.

Estado	Precipitación promedio periodo 1994-2001 (mm/año)
Durango	336.6
Guerrero	879.4
Jalisco	609.3
Estado de México	607.1
Michoacán	639.6
San Luis Potosí	767.8
Sinaloa	631.0

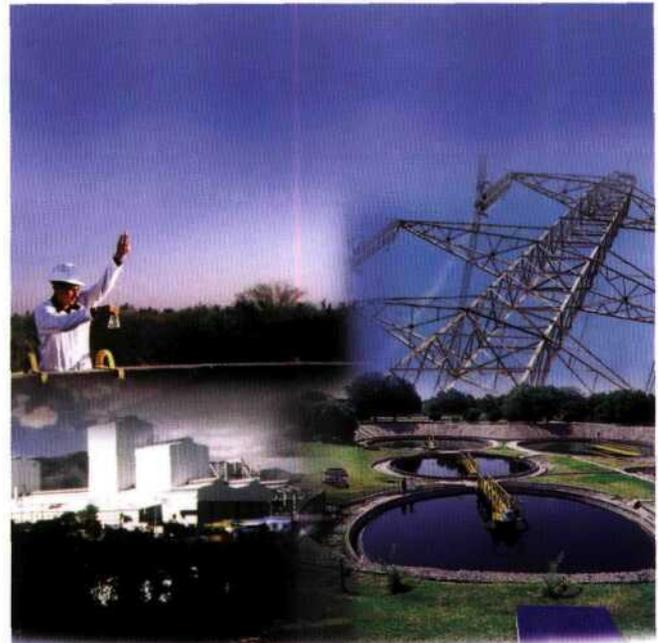
Estado	Precipitación promedio histórica 1994-2001 (mm/año)
Durango	509.0
Guerrero	1110.0
Jalisco	824.0
Estado de México	893.0
Michoacán	803.0
San Luis Potosí	960.0
Sinaloa	793.0

Estado	Variación (%)
Durango	-34
Guerrero	-21
Jalisco	-26
Estado de México	-32
Michoacán	-20
San Luis Potosí	-20
Sinaloa	-20

Fuente: Elaboración propia con datos de: Sistema Meteorológico Nacional, CNA. México. 2002.

En México se presentan alrededor de 25 ciclones al año, con vientos mayores de 63 km/h, repartidos en las costas del Pacífico (60%) y el Atlántico (40%), de los cuales cuatro, en promedio, tienen efectos importantes sobre el territorio (ver cuadro 2). La ocurrencia de ciclones tropicales se concentra entre los meses de mayo a noviembre y generan lluvias intensas en cortos periodos que incrementan sustancialmente la cantidad de lluvia que reciben las entidades. Por ejemplo, en noviembre de 1993, en San José del Cabo, Baja California Sur, ocurrió una precipitación de 632 mm en un solo día, valor que es 3.5 veces mayor que la precipitación total anual promedio del estado. Cabe señalar que el agua que ingresa por estos meteoros, además de que frecuentemente ocasiona problemas de inundaciones y daños a las poblaciones asentadas cerca de las costas, no es aprovechable en muchos casos, ya que escurre muy rápidamente vertiéndose al mar. ■

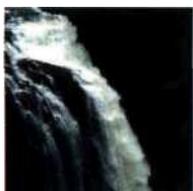


**Tenemos  
solo  
un planeta  
para  
heredar  
a las  
generaciones  
venideras**



*Impulsamos el desarrollo sostenible;  
respetamos el medio ambiente.*

[www.grupoimsa.com](http://www.grupoimsa.com)



# Legislación Ambiental Mexicana

## Actualización Diciembre 2003-Enero 2004

DISPOSICIONES PUBLICADAS EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (D.O.F.)

A continuación se presenta la actualización de la Legislación Ambiental Mexicana en cuanto a normas, leyes, reglamentos, acuerdos o decretos publicados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales; Secretaría del Trabajo y Previsión Social; Secretaría de Salud; Secretaría de Comunicaciones y Transporte y la Secretaría de Energía, correspondientes al período de Diciembre 2003 - Enero 2004.

### DICIEMBRE

**NOM-002-SCT/2003** Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados. (03-Diciembre-03)

**NOM-011-SCT2/2003** Condiciones para el transporte de las sustancias y materiales peligrosos en cantidades limitadas. (08-Diciembre-03)

**NOM-002-SECRE-2003** Instalaciones de aprovechamiento de gas natural (cancela y sustituye a la NOM-002-SECRE-1997, Instalaciones para el aprovechamiento de gas natural). (08-Diciembre-03)

**NOM-009-SCT2/2003** Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos. (09-Diciembre-03)

**NOM-010-SCT2/2003** Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos. (10-Diciembre-03)

**Aclaración a la NOM-007-SCT2/2002** Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos, publicada el 17 de abril de 2003. (16-Diciembre-03)

**Acuerdo que modifica la NOM-003-STPS-1999** Actividades agrícolas-Uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes. Condiciones de seguridad e higiene. (18-Diciembre-03)

Acuerdo que modifica al similar que establece la clasificación y codificación de mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (30-Diciembre-03)

Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal de Derechos. (31-Diciembre-03)

### ENERO

Reglamento Interior de la Secretaría de Salud (19-Enero-04)

Ley General de Desarrollo Social (20-Enero-04)

**NOM-057-SCT2/2003** Requerimientos generales para el diseño y construcción de autotanques destinados al transporte de gases comprimidos, especificación SCT 331. (26-Enero-04)

**NOM-043-SCT/2003** Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos. (27-Enero-04)

Fe de erratas al Reglamento Interior de la Secretaría de Salud (28-Enero-04)

Manual de procedimientos para la importación y exportación de vida silvestre, productos y subproductos forestales, y materiales y residuos peligrosos, sujetos a regulación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (29-Enero-04)

Para mayor información sobre la adquisición de dichos documentos o cualesquier otras leyes, normas, acuerdos, decretos e instructivos comunicarse a la UNINET- Centro de Calidad Ambiental, con el Ing. Erick Rivas a los teléfonos (81) 8328-4404, 328-4140 o por correo electrónico: legismex.mty@itesm.mx

# 94.9 FM

F R E C U E N C I A T E C

MONTERREY, N. L., MÉXICO

TE INVITA A ESCUCHAR



## Calidad Ambiental al Aire

Escúchanos también por internet en la siguiente dirección  
<http://frecuenciatec.mtyitesm.mx.8000>

PROGRAMA RADIOFÓNICO DE LA REVISTA CALIDAD AMBIENTAL EL CUAL TE OFRECE INTERESANTE INFORMACIÓN SOBRE TEMAS DEL MEDIO AMBIENTE Y LA ECOLOGÍA POR MEDIO DE: ENTREVISTAS, REPORTAJES, NOTICIAS, EVENTOS Y COMENTARIOS. ADEMÁS DE COMENTAR LAS INTERESANTES SECCIONES DE LA REVISTA CALIDAD AMBIENTAL COMO: AGENDA AMBIENTAL, LÍDER DE OPINIÓN, ACTUALIZACIÓN DE LEGISMEX ENTRE OTRAS.



Escúchalo los martes de 13:00 a 13:30 hrs. A través de Frecuencia Tec 94.9 FM. "Conciencia en la radio"

## **NUESTRO CEMENTO CONSTRUYÓ EL PUENTE.**

El cemento puede hacer más que construir puentes. Puede abrir fronteras. En un número creciente de proyectos de construcción, el cemento de Cemex es el elegido. Con operaciones en 22 países y relaciones comerciales con 60 naciones, Cemex utiliza

**VENCIMOS UN OBSTÁCULO.**

la más avanzada tecnología de producción en completa armonía con la naturaleza, para satisfacer las necesidades de sus clientes. Porque nuestro cemento no solamente construye puentes, sino que construye un mundo mejor.

Para mayor información, consulte nuestra dirección en Internet: [www.cemex.com](http://www.cemex.com).

**Y UNA FRONTERA DESAPARECIÓ.**



Construyendo un mundo mejor.

Puente de Alamillo en Sevilla, España.